

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-142480
(43)Date of publication of application : 02.06.1995

(51)Int.Cl. H01L 21/31
H01L 21/316

(21)Application number : 05-314356 (71)Applicant : TOKYO ELECTRON LTD
TOKYO ELECTRON TOHOKU LTD
(22)Date of filing : 19.11.1993 (72)Inventor : HONMA KENJI

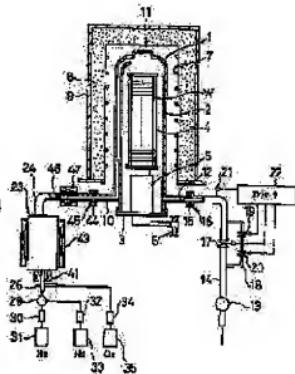
(22) Date of filing : 19.11.1993 (72) Inventor : HONMA KENJI

(54) METHOD AND SYSTEM FOR OXIDATION PROCESSING

(57) Abstract:

PURPOSE: To provide method and system for allowing wet oxidation processing under reduced pressure.

CONSTITUTION: The oxidation processing system comprises a furnace 1 for oxidizing an object W under high temperature, means 13 for reducing the pressure in the furnace 1, a burner 23 disposed on the outside of the furnace 1 in order to burn hydrogen gas and oxygen gas to produce steam, a steam supply line 24 communicating the burner 23 and the furnace 1, and a throttling section 46 provided in the steam supply line 24 in order to produce pressure difference between the burner 23 side and the furnace 1 side. This structure ensures stabilized combustion in the burner 23 thus allowing wet oxidation under reduced pressure.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 10.04.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3242244

[Date of registration] 19.10.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12)特許公報 (B2)

(11)特許番号

特許第3242244号
(P3242244)

(45)発行日 平成13年12月25日 (2001.12.25)

(24)登録日 平成13年10月19日 (2001.10.19)

(51)Int.Cl.⁷
H 01 L
21/31
21/316

識別記号

F I

H 01 L
21/31
21/316E
S

(21)出願番号 特願平5-314356
 (22)出願日 平成5年11月19日 (1993.11.19)
 (65)公開番号 特開平7-142480
 (43)公開日 平成7年6月2日 (1995.6.2)
 (54)審査請求日 平成12年4月10日 (2000.4.10)

(73)特許権者 000219967
 東京エレクトロン株式会社
 東京都港区赤坂5丁目3番6号
 (72)発明者 本間 謙治
 神奈川県秦久井郡座間町町屋1丁目2番
 41号 東京エレクトロン東北株式会社
 相模事業所内
 (74)代理人 100093883
 弁理士 金坂 謙幸

審査官 加藤 浩一

(56)参考文献 特許2902012 (JP, B2)

(58)調査した分野 (Int.Cl.⁷, DB名)
H01L 21/31
H01L 21/316

(54)【発明の名称】 酸化処理装置及び酸化処理方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 被処理体を高温下で酸化処理する処理炉と、この処理炉を減圧する減圧手段と、前記処理炉外に設けられ水素ガスと酸素ガスを燃焼させて水蒸気を発生させる燃焼装置と、この燃焼装置と前記処理炉を接続する水蒸気供給管路と、この水蒸気供給管路に設けられ燃焼装置側と処理炉側に圧力差を生じさせる絞り部とを備えたことを特徴とする酸化処理装置。

【請求項2】 前記絞り部が前記水蒸気供給管路に沿って多段に設けられていることを特徴とする請求項1記載の酸化処理装置。

【請求項3】 前記水蒸気供給管路の周囲に前記絞り部の通過直後の水蒸気を加熱するための加熱部が設けられていることを特徴とする請求項1又は2記載の酸化処理装置。

10

【請求項4】 水素ガスと酸素ガスを反応させて水蒸気を発生させる工程と、前記水蒸気を減圧された処理炉内にその減圧が前記反応に直接作用しないように圧力的に遮断して供給する工程と、前記減圧された処理炉内で被処理体を加熱しながら前記水蒸気と接触させて酸化処理する工程とを備えたことを特徴とする酸化処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、酸化処理装置及び酸化処理方法に関する。

【0002】

【発明の技術】 例えば、半導体デバイスの製造においては、半導体ウエハの表面に酸化膜を形成する酸化処理工程があり、その酸化処理の一つの方法として、処理炉内において半導体ウエハを高温下で水蒸気と接触させて酸

2

化（ウェット酸化）させる方法がある。そして、このような酸化処理を行うために、例えば特公昭 6 3-6 0 5 2 8 号公報、特開昭 6 3-2 1 0 5 0 1 号公報などに示されているように、水素ガスと酸素ガスを反応（燃焼）させて水蒸気を発生させる燃焼装置を処理炉の外部に独立させて設け、この燃焼装置により発生する水蒸気を水蒸気供給管路を介して処理炉に供給する方法が知られている。

【0 0 0 3】この方法によれば、処理炉内で水素ガスと酸素ガスを燃焼させて水蒸気を発生させる方法と異なり、処理炉における加熱状態を、燃焼装置の動作状態と分離して制御することができるので、処理炉での半導体ウエハに対する酸化処理を高い信頼性、安全性及び再現性を持って実施することができる。

【0 0 0 4】

【発明が解決しようとする課題】ところで、このような酸化処理においては、酸化膜の膜質を如何に向上させるかが重要な課題となり、燃焼装置の燃焼条件、処理炉の温度条件等の選定により膜質の向上が図られている。しかしながら、現状の酸化処理装置の構成では、選定すべき条件が限られており、膜質の向上を図る上である程度限界に近いものがある。そこで、減圧 C V D が減圧下での成膜処理によって膜質の向上に成果を収めていることに着目し、これと同様の発想により前記酸化処理を減圧下で行う発案がなされている。

【0 0 0 5】しかしながら、前記処理炉における酸化処理を減圧下で行おうとする、燃焼装置における水素ガスと酸素ガスの反応（燃焼）が不安定になり、水蒸気を安定して供給することが困難になるばかりでなく、水素ガスによる爆発の危険性が増大する問題があり、減圧下でのウェット酸化処理を実現することが困難であった。

【0 0 0 6】本発明は、このような事情を考慮してなされたもので、減圧下でのウェット酸化処理を可能にした酸化処理装置及び酸化処理方法を提供することを目的とする。

【0 0 0 7】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために請求項 1 の発明に係る酸化処理装置は、被処理体を高温下で酸化処理する処理炉と、この処理炉を減圧する減圧手段と、前記処理炉外に設けられ水素ガスと酸素ガスを燃焼させて水蒸気を発生させる燃焼装置と、この燃焼装置と前記処理炉を接続する水蒸気供給管路と、この水蒸気供給管路に設けられ燃焼装置側と処理炉側に圧力差を生じさせる絞り部とを備えたことを特徴とする。

【0 0 0 8】また、請求項 2 の発明に係る酸化処理装置は、請求項 1 の発明を前提とし、前記絞り部が前記水蒸気供給管路に沿って多段に設けられていることを特徴とする。

【0 0 0 9】更に、請求項 3 の発明に係る酸化処理装置は、請求項 1 又は 2 の発明を前提とし、前記水蒸気供給

管路に前記絞り部の通過直後の水蒸気を加熱するための加熱部が設けられていることを特徴とする。

【0 0 1 0】また、請求項 4 の発明に係る酸化処理方法は、水素ガスと酸素ガスを反応させて水蒸気を発生させる工程と、前記水蒸気を減圧された処理炉内にその減圧が前記反応に直接作用しないように圧力的に遮断して供給する工程と、前記減圧された処理炉内で被処理体を加熱しながら前記水蒸気と接触させて酸化処理する工程とを備えたことを特徴とする。

【0 0 1 1】

【作用】請求項 1 の発明によれば、燃焼装置と処理炉を接続している水蒸気供給管路に燃焼装置側と処理炉側に圧力差を生じさせる絞り部を設けていたため、処理炉を減圧することにより燃焼装置に与える減圧の影響が低減ないし解消され、燃焼装置における安定した燃焼が可能となる。これにより水蒸気の供給の安定化及び安全性の向上が図られるため、減圧下でのウェット酸化処理が可能となり、酸化膜の膜質の向上が図れる。

【0 0 1 2】請求項 2 の発明によれば、多段の絞り部によって燃焼装置側を常圧に近い圧力に且つ処理炉側を十分に低い圧力にすべく大きな圧力差を急激な圧力変化を伴わずに生じさせることができると共に、燃焼の一層の安定化及び膜質の一層の向上が図れる。

【0 0 1 3】請求項 3 の発明によれば、絞り部の通過直後の水蒸気が加熱部により加熱されるため、圧力変化に伴う水蒸気の結露が防止され、膜質のより一層の向上が図れる。

【0 0 1 4】請求項 4 の発明によれば、被処理体のウェット酸化処理が減圧下でなされるため、酸化速度が遅くなつて被処理体に成膜される酸化膜の膜厚の制御が容易になり、膜質の向上及び極薄膜の成膜が可能となる。

【0 0 1 5】

【実施例】以下に、本発明の一実施例を添付図面に基づいて詳述する。

【0 0 1 6】酸化処理装置の全体構成を示す図 1 において、1 は被処理体である半導体ウエハ W を例えれば 8 5 0 °C 程度の高温下で酸化処理する縦型の処理炉で、この処理炉 1 は下端が開放した縦長円筒状の耐熱性を有する例えば石英製の反応管 2 を備えている。この反応管 2 は下端開口部が蓋体 3 で閉塞されることにより気密性の高い容器となる。前記反応管 2 の下方にはその下端開口部を開閉する蓋体 3 が配置され、この蓋体 3 上には多数枚の半導体ウエハ W を水平状態で上下方向に隙間をもつて多段（例えば 1 5 0 枚程度）に支持するウエハポート 4 が保温筒 5 を介して支持されている。

【0 0 1 7】前記蓋体 3 は反応管 2 内への前記ウエハポート 4 の搬入及び搬出を行うと共に蓋体 3 の開閉を行ふ昇降機構 6 に連結されている。また、前記反応管 2 の周囲には内部を所望温度（例えば 8 0 0 ～ 1 0 0 0 °C 程度）に加熱するヒータ 7 が配設され、その更に外周には断熱材

8を介してアウターシェル9が設けられている。

【0018】前記反応管2の一側部(下方側壁部)には水蒸気導入管10が一体に設けられ、この水蒸気導入管10の基部側は反応管2の管壁と一体となって上方に導かれてから、反応管2内の上端部に凹状に形成された水蒸気導入ポート11に臨んで開口されている。また、反応管2の他側部(下方側壁部)には排気管12が一体に設けられ、この排気管12には反応管2内を減圧する減圧手段としての減圧ポンプ13を備えた減圧管14が二重のOリング15を介設したフランジ継手16を介して気密に接続されている。

【0019】この減圧管14には例えばアングル弁からなる開閉弁17が介設されると共にこの開閉弁17をバイパスするバイパス管18が接続され、バイパス管18には例えばエアオペレートバルブからなる開閉弁19と例えばビエゾバルブからなる圧力制御弁20が介設されている。前記反応管2内を所定の圧力(例えば3.00～5.00 Torr)程度に減圧する場合、減圧管14に設けられた圧力センサ21で圧力を検出しつつ先ず減圧管14の開閉弁17を開いて所定の圧力まで減圧し、以後は減圧管14の開閉弁17を閉じて且つバイパス管18の開閉弁19を開いて圧力制御弁20で所定の圧力を維持するようコントローラ22によって制御されるようになっている。なお、減圧管14の下流は図示しない工場排気ダクトに接続されている。

【0020】一方、前記反応管2の水蒸気導入管10には水素ガスと酸素ガスを燃焼(反応)させて水蒸気を発生させる燃焼(反応)装置23が水蒸気供給管路24を介して接続されている。この燃焼装置23は、図3に示すように縦長円筒状の耐熱性を有する例えば石英製の燃焼容器25を備え、この燃焼容器25の底部にはこれより下方に一体に延出した石英製のガス導入管26が設けられている。このガス導入管26は二重管構造のもので、中央の水素ガス導入管27と、この外周の酸素ガス導入管28とを有している。中央の水素ガス導入管27は外周の酸素ガス導入管28の閉塞した下端部を貫通して下方に突出した接続口27aを有し、外周の酸素ガス導入管28は下側部から一側向外に突出した接続口28aを有している。

【0021】前記水素ガス導入管27の接続口27aには図1に示すように切替えバルブ29と流量制御機構30を介して水素ガス源31が接続されると共に、切替えバルブ29より分岐した配管及び流量制御機構32をして空素ガス源33が接続されている。また、前記酸素ガス導入管28の接続口28aには流量制御機構34を介して酸素ガス源35が接続されている。

【0022】図3に示すように前記燃焼容器25内の底部中央には平面円形の凹部36が一体成形され、この凹部36の底部に前記酸素ガス導入管28の上端部が連設されている。また、前記凹部36の深さ方向略中間に

水平の仕切壁のように適當幅で環状をなす石英製の拡散板37が一体成形され、この拡散板37の内周線に前記水素ガス導入管27の上端部が連設されている。

【0023】前記水素ガス導入管27の拡散板37より少し下方に下がった位置には小口径に絞った酸素ガス逆流防止兼用の水素ガス噴出ノズル38が一体成形されている。前記凹部36内の拡散板37より下方に形成された環状空間39と前記酸素ガス導入管28が連通し、この環状空間39より酸素ガスが燃焼容器25内に拡散して吹き出すように前記拡散板37には小口径の複数の酸素ガス噴出ノズル40が広く分散して穿設されている。

【0024】前記二重管構造のガス導入管26の周間にはガス加熱用ヒータ41が配設されている。このガス加熱用ヒータ41により前記水素ガス導入管27及び酸素ガス導入管28に導通される水素ガス及び酸素ガスが自然燃焼温度以上に加熱され、加熱された水素ガスと酸素ガスが水素ガス噴出ノズル38と酸素ガス噴出ノズル40より燃焼容器25内に噴出して混合することで炎Fを上げて燃焼するようになっている。この燃焼によって水蒸気が発生する。前記ガス加熱用ヒータ41と燃焼容器25の底部との間に断熱材42が介設され、燃焼容器25の周囲にはこれを例えれば500°C程度に冷却する例えば水冷ジャケットからなる冷却機器43が配設されている。また、前記燃焼容器25の頂部には石英製の水蒸気供給管路24が一体に突出成形され、この水蒸気供給管路24が図1に示すように前記反応管2の水蒸気導入管10に二重のOリング44を介設したフランジ継手45を介して気密に接続されている。

【0025】そして、前記水蒸気供給管路24内には、図2に示すように燃焼装置23側と処理炉1側に圧力差(P1-P2)を生じさせる絞り部例えば石英製のオリフィス46が一体に設けられている。このオリフィス46の水蒸気供給管路24の内径に対する口径の大きさ及び厚さ等の選定によって、例えれば処理炉1側の圧力P2が3.00～5.00 Torr程度に対して燃焼装置23側の圧力P1が6.000 Torr程度になるように構成される。また、前記水蒸気供給管路24の周囲には図1に示すようにオリフィス46の通過直後の水蒸気を例えば200°C程度に加熱する加熱部である水蒸気加熱ヒータ47が配設され、オリフィス46の通過に伴う圧力変化(断熱膨張)によって生じる水蒸気の結露を防止するよう構成されている。

【0026】次に、以上の構成からなる酸化処理装置の作用を説明する。先ず、窒素ガス源3から燃焼容器25及び水蒸気供給管路24を介して窒素ガスを処理炉1の反応管2内に供給しつつ反応管2内を減圧管14及び減圧ポンプ13を介して排気することにより反応管2内を窒素ガスにより置換してから、着火部3を開けて半導体ウエハWを支持したウエハポート4を保温筒5と共に反応管2内に装入する。次いで、窒素ガスの供給を続けた

状態でコントローラ 2 2 による圧力制御により反応管 2 内を所定の圧力例えは 4 0 0 T o r r に減圧した後、この圧力を維持しつつ窒素ガス源 3 3 から酸素ガス源 3 5 に徐々に切替えて反応管 2 内を酸素ガスにより置換する。

【0027】次いで、前記圧力を維持しつつ水素ガス源 3 1 から水素ガスを酸素ガスとの流量比が例えは 1 対 1 になるようにして供給し、これら水素ガスと酸素ガスをガス加熱用ヒータ 4 1 で例えは 8 5 0 °C 程度に加熱しつつ燃焼容器 2 5 内で燃焼させることにより水蒸気を発生させ、この水蒸気を所定の圧力例えは 4 0 0 T o r r の減圧及び所定の温度例えは 8 5 0 °C の高温に維持された反応管 2 内に供給することにより半導体ウエハ W に対する所要のウエット酸化処理が施される。なお、燃焼容器 2 5 内に供給された水素ガスと酸素ガスは、化学量論に従って約 2 対 1 の割合で燃焼する。従って、酸素ガスは少し過剰供給となるが、この過剰の酸素ガスが水蒸気のキャリアガスとして作用すると共に、反応管 2 内での酸化処理に寄与することとなる。

【0028】ところで、減圧下でウエット酸化処理を行おうとする場合、減圧状態に維持された反応管 2 から水蒸気供給管路 2 4 を介して燃焼装置 2 3 に減圧が作用し、燃焼装置 2 3 における安定した燃焼を阻害する恐れがある。そこで、燃焼装置 2 3 と処理炉 1 の反応管 2 を接続している水蒸気供給管路 2 4 に燃焼装置 2 3 側と処理炉 1 側に圧力差を生じさせるオリフィス 4 6 が設けられているので、反応管 2 から水蒸気供給管路 2 4 を介して燃焼装置 2 3 に直接作用しようとする減圧がオリフィス 4 6 によって緩衝なしで遮断され、燃焼装置 2 3 における安定した燃焼が保障されることになる。これにより水蒸気の供給の安定化及び安全性の向上が図られるため、減圧下でのウエット酸化処理が可能となり、酸化膜の膜質の向上が図れる。

【0029】すなわち、この酸化処理方法としては、水素ガスと酸素ガスを反応させて水蒸気を発生させる工程と、前記水蒸気を減圧された処理炉 1 の反応管 2 内にその減圧が前記反応に直接作用しないように圧力的に遮断して供給する工程と、前記減圧された処理炉 1 の反応管 2 内で被処理体である半導体ウエハ W を加熱しながら前記水蒸気と接触させて酸化処理する工程とを備えている。

【0030】従って、半導体ウエハ W のウエット酸化処理が膜圧下でなされるため、酸化速度が遅くなつて半導体ウエハ W に成膜される酸化膜の膜厚の制御が容易になり、膜質の向上が図られると共に極薄膜（例えは 50 オングストローム程度）の成膜が容易になる。更に、オリフィス 4 6 の通過直後の水蒸気が水蒸気加熱ヒータ 4 7 により加熱されるため、圧力変化に伴う水蒸気の結露が防止され、膜質のより一層の向上が図れる。

【0031】更に、燃焼装置 2 3 においては、酸素ガス

噴出ノズル 4 0 が中央の水素ガス噴出ノズル 3 8 の先端よりも上方に突出していると共に周囲に遠く放れて広く分散しているので、酸素ガスが水蒸気ガスの周囲の広い範囲に拡散して噴出するようになり、燃焼容器 2 5 内で炎 F が半径方向に太く且つ高さ方向に短くなって効率よく燃焼するようになる。このため、仮に燃焼容器 2 5 内に水蒸気供給管路 2 4 を介して減圧が多少作用したとしても、炎 F が細長くなつて燃焼が不安定になるようなことはない。

10 【0032】このようにして酸化処理が終了した後は、前記とは逆の手順で水素ガスの供給の停止、処理炉内の酸素ガスによる置換及び密閉ガスによる置換を順次行い、減圧ポンプ 1 3 を停止して反応管 2 内を常圧に戻し、処理済み半導体ウエハ W をウエハポート 4 及び保溫筒 5 と共に界障機器 6 により反応管 2 内から下方へ搬出すればよい。

【0033】図 4 は水蒸気供給管路 2 4 に設けられる絞り部の変形例を示している。水蒸気供給管路 2 4 にはその長手方向に沿つて適宜間隔で石英製のオリフィス 4 6 が多段（図示例では 4 段）に且つ一体に設けられ、これらオリフィス 4 6 全体を覆うように水蒸気供給管路 2 4 の周囲に水蒸気加熱ヒータ 4 7 が配設されている。この多段のオリフィス 4 6 によれば、水蒸気供給管路 2 4 の内径に対する各オリフィス 4 6 の口径の大きさ、厚さ及びオリフィス 4 6 間の距離等の選定によって燃焼装置 2 3 側を常圧に近い圧力 P 1 に且つ処理炉 1 側を十分に低い圧力 P 2 にすべく大きな圧力差（P 1 - P 2 ）を急激な圧力変化を伴わずに生じさせることができとなり、燃焼の一層の安定化及び膜質の一層の向上が図れる。

【0034】また、図 5 は水蒸気供給管路 2 4 に設けられる絞り部の別の変形例を示している。水蒸気供給管路 2 4 内には絞り部として石英製の先細末広ノズル 4 8 が一体に設けられ、この先細末広ノズル 4 8 全体を覆うように水蒸気供給管路 2 4 の周囲には水蒸気加熱ヒータ 4 7 が配設されている。この先細末広ノズル 4 8 によれば、水蒸気供給管路 2 4 の内径に対する先細末広ノズル 4 8 の口径の大きさ及び長さ等の選定によって前記多段オリフィス 4 6 と同様に燃焼装置 2 3 側を常圧に近い圧力 P 1 に且つ処理炉 1 側を十分に低い圧力 P 2 にすべく大きな圧力差（P 1 - P 2 ）を急激な圧力変化を伴わずに生じさせることができとなり、燃焼の一層の安定化及び膜質の一層の向上が図れる。

【0035】本発明は、前記実施例に限定されるものではなく、本発明の要旨の範囲内で種々の変形実施が可能である。例えば、図 2 及び図 4 の実施例の絞り部としては、いわゆる管内オリフィスが例示されているが、いわゆる管内ノズルであつてもよい。また、絞り部は水蒸気供給管路 2 4 の全体に渡つて形成されてもよい、すなわち水蒸気供給管路 2 4 を細管により構成してもよく、この場合には管内オリフィスや管内ノズルは不要と

なる。

【0036】処理炉1としては、縦型炉が例示されているが、横型炉であってもよい。また、被処理体としては、半導体ウエハWが例示されているが、例えばLCD等であってもよい。更に、実施例の酸化処理装置は、高温の処理炉1及び減圧手段（減圧ポンプ13）を有しているため、燃焼装置23の代りに処理ガス供給路を接続することにより減圧CVD装置として使用することも可能である。

【0037】

【発明の効果】以上要するに本発明によれば、次のような優れた効果が得られる。

【0038】（1）請求項1の発明によれば、燃焼装置と処理炉を接続している水蒸気供給管路に燃焼装置側と処理炉側に圧力差を生じさせる絞り部を設けていため、処理炉を減圧することにより燃焼装置に与える減圧の影響が低減ないし解消され、燃焼装置における安定した燃焼が可能となる。これにより水蒸気の供給の安定化及び安全性の向上が図られるため、減圧下でのウェット酸化処理が可能となり、酸化膜の膜質の向上が図れる。

【0039】（2）請求項2の発明によれば、多段の絞り部によって燃焼装置側を常圧に近い圧力に且つ処理炉側を十分に低い圧力にすべく大きな圧力差を急激な圧力変化を伴わずに生じさせることができとなり、燃焼の一層の安定化及び膜質の一層の向上が図れる。

【0040】（3）請求項3の発明によれば、絞り部の*

* 通過直後の水蒸気が加熱部により加熱されるため、圧力変化に伴う水蒸気の結露が防止され、膜質の一層の向上が図られる。

【0041】（4）諸請求項4の発明によれば、被処理体のウエット酸化処理が減圧下でなされるため、酸化速度が速くなつて被処理体に成膜される酸化膜の膜厚の削却が容易になり、膜質の向上及び極薄膜の成膜が可能となる。

【図面の範囲等の説明】

10 【図1】本発明の一実施例を示す酸化処理装置の全体構成図である。

【図2】絞り部の拡大断面図である。

【図3】燃焼装置の拡大断面図である。

【図4】絞り部の変形例を示す断面図である。

【図5】絞り部の別の変形例を示す断面図である。

【符号の説明】

W 半導体ウエハ（被処理体）

1 処理炉

2 反応管

20 13 減圧ポンプ（減圧手段）

14 減圧管

23 燃焼装置

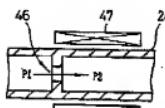
24 水蒸気供給管路

46 オリフィス（絞り部）

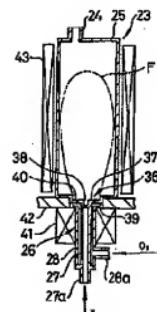
47 水蒸気加熱ヒータ（加熱部）

48 先端末広ノズル（絞り部）

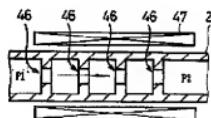
【図2】



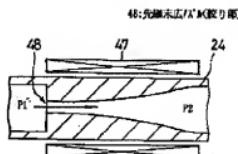
【図3】



【図4】



【図5】



[図1]

